

УДК 631.33.024
Код ВАК 05.20.01

DOI: 10.52463/22274227_2021_40_67

Д.В. Лопарев, С.Г. Лопарева, А.Ю. Мекшун, Ю.Н. Мекшун

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЛАПОВОГО СОШНИКА СТЕРНЕВОЙ СЕЯЛКИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КУРГАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ИМЕНИ Т.С. МАЛЬЦЕВА», КУРГАН, РОССИЯ

D.V. Loparev, S.G. Lopareva, A.Yu. Mekshun, Yu.N. Mekshun

TEST RESULTS OF DISTRIBUTION DEVICES OF SPEAR COULTER MULCHER SEEDER
FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION «KURGAN STATE
AGRICULTURAL ACADEMY NAMED AFTER T.S. MALTSEV», KURGAN, RUSSIA

Дмитрий Владимирович Лопарев

Dmitry Vladimirovich Loparev
AuthorID 952716
kshaps@yandex.ru

Андрей Юрьевич Мекшун

Andrey Yurievich Mekshun
AuthorID 381579
mekshunandrei@mail.ru

Светлана Геннадьевна Лопарева

Svetlana Gennadevna Lopareva
кандидат технических наук
AuthorID 951458
iflopareva@mail.ru

Юрий Николаевич Мекшун

Yury Nikolaevich Mekshun
кандидат технических наук, доцент
AuthorID 381579
mekshun.63@mail.ru

Аннотация. Цель исследования. В настоящее время широко применяется при посеве зерновых культур рядовой посев стерневыми сеялками, оснащенными лаповыми сошниками, которые не в полной мере обеспечивают равномерность распределения по ширине захвата сошника. Равномерность распределения семян по площади посева и по ширине сошника является одним из основных параметров, определяющих качество посева. Совершенствование технологического процесса посева зерновых культур стерневыми сеялками с механическим высевом возможно путём установки на лаповые сошники распределителей семян, обеспечивающих их равномерное распределение по ширине сошника. **Методика.** В статье представлены методики, оборудование и результаты сравнительных испытаний различных распределительных устройств лаповых сошников стерневых сеялок. Исследовались пассивные распределители семян: типовой рассекатель сошника 01.08.051 сеялок СЗС-2.1М и СКП-2.1; распределитель АС №1477281; двухплоскостной распределитель (патент РФ №165587). В процессе исследований меняли распределительные устройства на экспериментальном лаповом сошнике, состоящем из стрельчатой лапы 270 мм, с полкой стойкой квадратного сечения 40х40 мм. В процессе эксперимента под стойкой сошника устанавливали поочередно исследуемые пассивные распределители семян. В задачу экспериментального исследования входило определение влияния формы распределительных устройств на равномерность распределения семян по ширине сошника. **Результаты.** Определена равномерность распределения семян по ширине сошника различными распределительными устройствами, установленными на экспериментальном сошнике. Представлены методика и результаты сравнительных исследований равномерности посева лаповыми сошниками сеялок-культиваторов СЗС-2.1М и СКП-2.1 и экспериментальным сошником при оснащении их двухплоскостным распределителем семян. Наибольшее распространение в регионе получили сеялки-культиваторы СЗС-2.1М и СКП-2.1, оснащенные лаповыми сошниками шириной захвата 270 мм. Поэтому проведены сравнительные исследования равномерности посева лаповыми сошниками этих сеялок и экспериментальным сошником при оснащении их двухплоскостным распределителем семян. Сравнительные испытания сошников проводились на лабораторной установке, моделирующей технологический процесс

посева. Обработка результатов экспериментов позволяла определять равномерность распределения семян по ширине сошника и площади питания. В статье также приведены методика, оборудование и результаты сравнительных испытаний сошника стерневой сеялки СКП-2.1 с различными распределительными устройствами. Результаты анализа сравнительных испытаний позволяют определить достоинства, недостатки и оптимальные конструктивные параметры лаповых сошников и распределительных устройств. **Научная новизна.** Выявлены взаимосвязи между конструктивными параметрами лапового сошника с двухплоскостным распределителем и равномерностью распределения семян по ширине, определены рациональные конструктивные параметры лапового сошника с двухплоскостным распределителем семян, обеспечивающие повышение равномерности посева по ширине сошника.

Ключевые слова: сеялка, подпочвенно разбросной посев, сошник, распределитель семян.

Abstract. The purpose of the study. Currently, ordinary sowing with mulcher seeders equipped with spear coulters is widely used in the grain crop sowing, which do not fully ensure the uniformity of distribution over the width of the coulter grip. The uniformity of the distribution of seeds over the area of sowing and over the width of the coulter is one of the main parameters that determine the quality of sowing. Improving the technological process of sowing grain crops with mulcher seeders with mechanical seeding is possible by installing seed distributors on the foot coulters, ensuring their uniform distribution over the width of the coulter. **Methodology.** The article presents the methods, equipment, and results of comparative tests of various switchgears of spear coulters of mulcher seeders. Passive seed distributors were studied: a typical coulter divider 01.08.051 of the SZS-2.1M and SKP-2.1 seeders; distributor, AC No. 1477281; two-plane distributor, patent RU No. 165587. In the course of the research, the switchgear was changed on an experimental spear coulter consisting of a 270 mm pointed blade with a 40x40 mm square hollow post. In the course of the experiment, the passive seed distributors under the coulter stand were installed alternately. The task of the experimental study was to determine the influence of the shape of the distribution devices on the uniformity of the distribution of seeds along the width of the coulter. **Results.** The uniformity of the distribution of seeds over

the width of the coulter by various distribution devices installed on the experimental coulter is determined. The article presents the methodology and results of comparative studies of the uniformity of seeding with blade coulters of seeders-cultivators SZS-2.1M and SKP-2.1 and an experimental coulter when equipped with a two-plane seed distributor. The most widespread in the region were the seeders-cultivators SZS-2.1M and SKP-2.1, equipped with foot coulters with a working width of 270 mm. Therefore, comparative studies of the uniformity of sowing with the blade coulters of these seeders and the experimental coulter when equipped with a two-plane seed distributor were carried out. Comparative tests of coulters were carried out on a laboratory installation that simulates the technological process of sowing. Processing of the experimental results allowed us to determine the uniformity

of the seed distribution over the width of the coulter and the feeding area. The article also presents the methodology equipment and results of comparative tests of the coulter of the SKP-2.1 stubble planter with various switchgears. The results of the analysis of comparative tests allow us to determine the advantages, disadvantages and optimal design parameters of foot coulters and switchgear. **Scientific novelty.** Relationships between design parameters of blade ploughshare with double-plane distributor and uniformity of seeds distribution over width are revealed, rational design parameters of blade ploughshare with double-plane distributor of seeds are determined, which ensure increase of sowing uniformity over width of ploughshare.

Keywords: seeder, subsurface scattered sowing, ploughshare, seed distributor.

Введение. Величина урожая и его качество в значительной мере определяются качеством проведения посева. Широкое распространение в Курганской области получили стерневые сеялки-культиваторы, рабочими органами которых являются лаповые сошники. По данным департамента сельского хозяйства, на 2019-2020 гг. в Курганской области насчитывалось более 4,5 тысяч стерневых сеялок, что подтверждает потребность рынка в распределителях семян [1, 2, 3, 4].

Анализ конструкций лаповых сошников стерневых сеялок показал, что, несмотря на их многообразие и широкое внедрение в практику, сошники имеют недостаток – недостаточную равномерность распределения семян по площади посева [5]. Для повышения равномерности распределения семян в подсошниковом пространстве лаповых сошников устанавливаются различные распределительные устройства. Наиболее широкое распространение получили пассивные распределители. Основным фактором, влияющим на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве, является конструкция распределительного устройства [6-8, 9, 10].

На кафедре «Эксплуатации и ремонта машин» инженерного факультета ФГБОУ ВО Курганская ГСХА изготовлен и разработан экспериментальный лаповый сошник с двухплоскостным распределителем семян (рисунок 1). Сошник состоит из стрельчатой лапы 270 мм, с поллой стойкой квадратного сечения 40x40 мм, под стойкой установлен пассивный двухплоскостной распределитель семян.

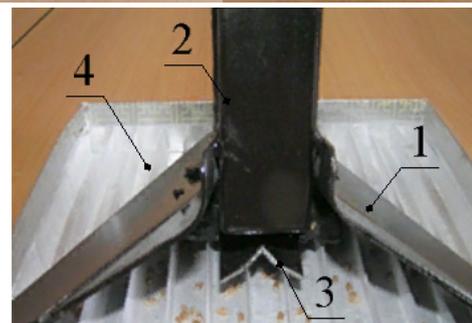
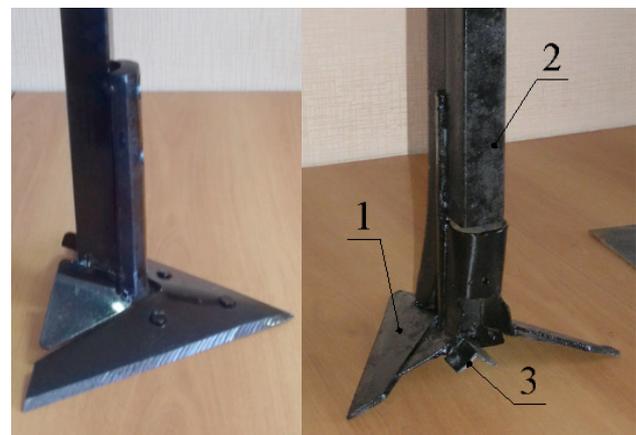
Проведены сравнительные испытания сошника с различными распределительными устройствами. В задачу экспериментального исследования входило определение влияния формы распределительных устройств на равномерность распределения семян по ширине сошника [11, 9]. Исследовались различные пассивные распределители семян:

1. Пассивный распределитель криволинейной

формы (рассекатель сошника 01.08.051), изготовленный в заводских условиях для сеялок СЗС-2.1М и СКП-2.1.

2. Пассивный одноплоскостной распределитель, АС №1477281.

3. Двухплоскостной распределитель, патент РФ №165587.



1 – стрельчатая лапа; 2 – стойка сошника; 3 – пассивный распределитель семян; 4 – приёмник

Рисунок 1 – Лаповый сошник с двухплоскостным распределителем семян

Методика. Исследования проводились по следующей методике. Лаповый сошник с одним из исследуемых распределительных устройств устанавливался на приёмник зерна, поверхность которого разделена на одиннадцать ячеек шириной 15 мм. Семена пшеницы равномерно засыпали по 110 штук в стойку сошника, они пролетали через трубу стойки сошника, где на выходе ударялись о распределитель и отскакивали в ячейки приемника (рисунок 1). Затем подсчитывалось количество семян в каждой ячейке приемника. Для проверки экспериментов на воспроизводимость опыты проводились не менее чем в пятикратной повторности [5].

В процессе исследований меняли распределительные устройства на лаповом сошнике, засыпали в стойку сошника семена и исследовали результат. Оценка равномерности распределения семян по ширине сошника оценивалась по методике Огрызкова Е. П. [12, 13]:

$$K_p = \left(\frac{x_{cp}}{x_{cp} + t \cdot p} \right) \cdot 100,$$

где K_p – показатель равномерности распределения, $K_p \leq 1$;

x_{cp} – среднее арифметическое ряда замеров, м;

t – коэффициент Стьюдента;

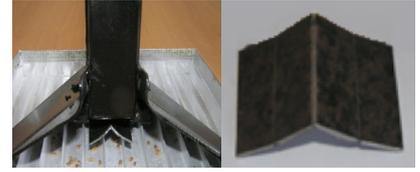
p – ошибка средней арифметической выборки.

Результаты. Результаты сравнительных испытаний двухплоскостного распределителя семян с существующими распределительными устройствами представлены в таблице 1.

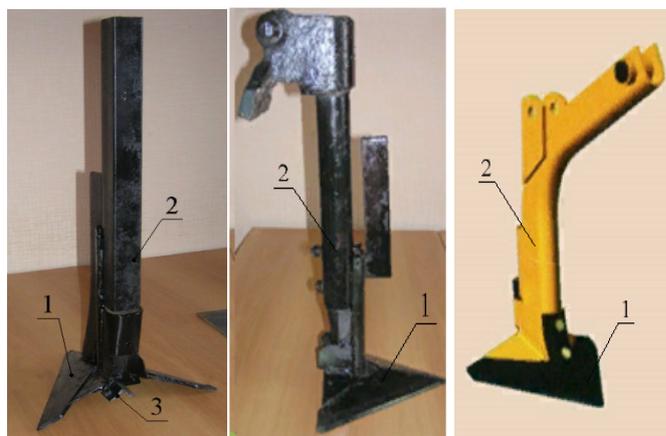
Равномерность распределения типовым распределителем криволинейной формы (рассекателем 01.08.051) исследовались Луганским национальным аграрным университетом имени Тараса Шевченко. Полученные нами результаты равномерности распределения семян лаповым сошником с этим рассекателем совпали с результатами распределения Луганским ГАУ, что подтверждает достоверность результатов [12].

Наибольшее распространение в регионе получили сеялки-культиваторы СЗС-2.1М и СКП-2.1, оснащенные лаповыми сошниками шириной захвата 270 мм (рисунок 2). Поэтому проведены сравнительные исследования равномерности посева лаповыми сошниками этих сеялок и экспериментальным сошником при оснащении их двухплоскостным распределителем семян.

Таблица 1 – Результаты испытаний сравниваемых распределительных устройств

Форма распределителя	Равномерность распределения по ширине сошника
 типовой распределитель сошника криволинейной формы (рассекатель 01.08.051)	63-64 % 62 %*
 одноплоскостной распределитель сошника (АС №147728)	68 -70 %
 двухплоскостной распределитель, патент РФ №165587	78 - 80 %

* (по данным Беседа А.А., «Луганский национальный аграрный университет им. Тараса Шевченко»)

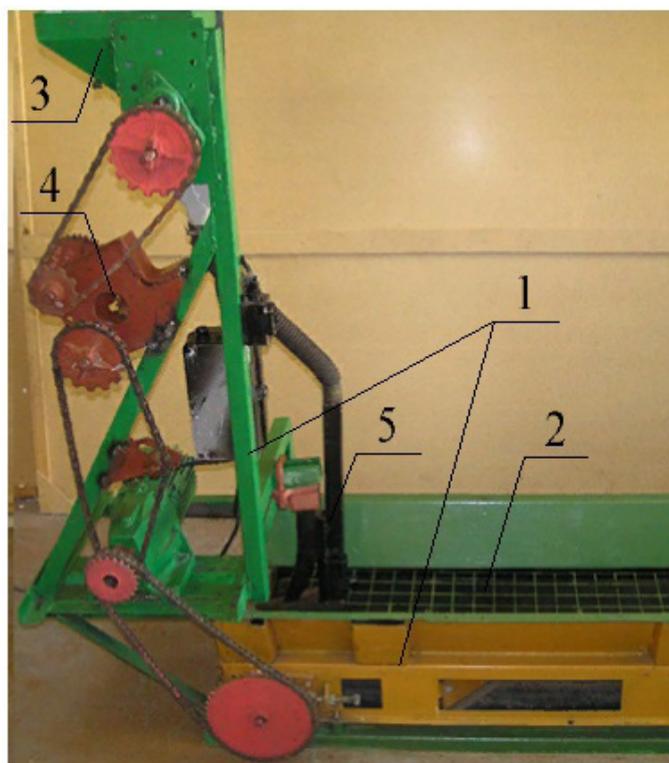


а) б) в)

1 – стрельчатая лапа; 2 – стойка сошника; 3 – двухплоскостной распределитель семян.
 а – экспериментальный сошник; б – сошник сеялки СЗС-2.1; в – сошник сеялки СКП-2.1

Рисунок 2 – Используемые в испытаниях сошники

Сравнительные испытания сошников проводились на лабораторной установке (рисунок 3), моделирующей технологический процесс посева. Установка состоит из рамы 1, на которой смонтирован ленточный транспортёр 2. На поверхности ленточного транспортёра нанесена разбивочная сетка с размерами квадратов 50x50 мм. Над транспортером устанавливался один из исследуемых лаповых сошников 5 с двухплоскостным распределителем. Бункер 3 с катушечным высевальным аппаратом обеспечивает подачу семян к сошнику. Выбор передаточного отношения редуктора 4 и установка длины рабочей части катушки позволяет регулировать норму высева семян в необходимом диапазоне [14].



1 – рама с кронштейном для установки сошника; 2 – ленточный транспортёр; 3 – бункер с высевальным аппаратом; 4 – механизм привода; 5 – сошник

Рисунок 3 – Лабораторная установка

Сравнительные испытания проводились следующим образом. На кронштейн рамы лабораторной установки крепили один из исследуемых сошников, в подлаповом пространстве которого устанавливали двухплоскостной распределитель семян. На поверхность ленточного транспортера наносили клейкий состав, что исключало перекачивание и отскок зерна от поверхности транспортера. Включалась установка. Семена, находящиеся в бункере, заполняли корпус высевального аппарата, захватывались

желобками рабочей части катушки и сбрасывались в воронку семяпровода. По семяпроводу сошника СКП-2.1 или по стойке сошника СЗС-2.1 и экспериментального сошника поток семян направлялся на отражающую поверхность распределителя. Ударяясь о его плоскости, семена разлетались в подсошниковом пространстве и падали на ленточный конвейер [14].

Для анализа результатов экспериментов процесс распределения семян по поверхности ленточного транспортера снимали на видеокамеру. При обработке результатов подсчитывали количество квадратов без семян, квадратов с одним, двумя, тремя и т. д. зёрнами. Обработка результатов экспериментов позволяла определять равномерность распределения семян по ширине сошника и площади питания [14, 15].

При определении равномерности распределения семян по площади питания учитывалось количество зерен в каждой ячейке ленточного транспортера определенной площади. При определении равномерности распределения семян по ширине сошника учитывалось количество зёрен на разном удалении от середины сошника. Результаты сравнительных испытаний сошников с двухплоскостным распределителем представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний

Типы сошников	Равномерность распределения	
	по ширине сошника	по площади питания
Экспериментальный	80	79
СКП-2.1	83	79
СЗС-2.1М	72	77

Лучшие результаты равномерности распределения по ширине сошника и по площади питания показал типовой лаповый сошник стерневой сеялки. Это объясняется тем, что у данного сошника больше объем подсошникового пространства. Поэтому для проведения сравнительных испытаний различных распределительных устройств использовали сошник СКП-2.1.

В задачу экспериментального исследования входило определение влияния формы распределительных устройств на равномерность распределения семян по ширине сошника. Исследовали пассивный распределитель криволинейной формы (рассекатель сошника 01.08.051) сеялки СКП-2,1, двухплоскостной распределитель (патент РФ № 165587) и одноплоскостной распределитель сошника (АС №1477281).

Исследования проводились на лабора-

торной установке (рисунок 3) по вышеизложенной методике. Для проверки экспериментов на воспроизводимость опыты проводились не менее чем в пятикратной повторности. Результаты сравнительных испытаний стерневой сеялки СКП-2.1 с различными распределительными устройствами представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты сравнительных испытаний сошника стерневой сеялки СКП-2.1 с различными распределительными устройствами

Форма распределителя	Тип	Равномерность распределения, %	
		по ширине	по площади
	распределитель сошника криволинейной формы (рассекатель 01.08.051) сеялки СКП-2.1	66	76
	двухплоскостной распределитель, патент РФ № 165587	83	80
	одноплоскостной распределитель сошника АС №1477281	64	74

Выводы. Таким образом, разработанный двухплоскостной распределитель для подпочвенно-разбросного посева, предназначенный для модернизации лаповых сошников стерневых сеялок с механическим высевом семян типа СЗС-2.1М и СКП-2.1, обеспечивает выполнение процесса посева с более высокими качественными показателями равномерности распределения семян по ширине сошника и площади питания. В результате создаются благоприятные условия для произрастания семян и развития растений, что позволит получить прибавку урожая в сравнении с посевом серийными распределительными устройствами.

Список литературы

1 Результаты теоретических исследований распределения семян лаповым сошником с двухплоскостным распределителем семян / С.Г. Лопарева [и др.] // British Journal of Innovation in

Science and Technology. 2017. Т. 2. № 3. С. 13-19.

2 Совершенствование технологического процесса посева стерневыми сеялками / С.Г. Лопарева [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2017. № 12. С. 25-31.

3 Лопарева С.Г., Мекшун Ю.Н., Лопарев Д.В. Подпочвенно-разбросной посев сеялкой-культиватором с механическим высевом семян // Научное обеспечение реализации государственных программ АПК и сельских территорий: материалы Международной научно-практической конференции (20-21 апреля 2017 г.). Курган. 2017. С. 438-442.

4 Исмагилов Р.Р. Последователи Т.С. Мальцева в Башкирии // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3 (35). С.13-17.

5 Анализ конструкций сошников для подпочвенно-разбросного посева семян зерновых культур с механическим высевом / Ю.Н. Мекшун [и др.] // Техническое обеспечение технологий производства сельскохозяйственной продукции: материалы I Всероссийской научно-практической конференции (15 июня 2017 г.). Курган. 2017. С. 87–91.

6 Рахимов Р.С., Пономарева О.А. Обоснование параметров вибрационного устройства для сошников стерневых сеялок // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 10. С. 60-62.

7 Сошник для разбросного посева: технологические рекомендации и руководство по эксплуатации / А.П. Голощапов [и др.]. Курган: Курганский научный центр МАНЭБ, 1999. 18 с.

8 Окунев Г.А., Кузнецов Н.А., Канатпаев С.С. Ресурсосберегающие технологии – резерв повышения эффективности земледелия // АПК России. 2017. Т. 24. № 1. С. 136–141.

9 Результаты сравнительных испытаний технологий подготовки почвы к посеву и способов посева зерновых культур в степной зоне Челябинской области / Р.С. Рахимов [и др.] // Высокотехнологическое импортоопережение при возделывании сельскохозяйственных культур, восстановлении сенокосов и пастбищ. Подготовка специалистов для проектирования, создания и внедрения импортоопережающей инновационной техники в сельскохозяйственное производство: материалы выездного заседания секции механизации, электрификации и автоматизации Отделения сельского хозяйства Российской академии наук – РАН. Казань. 2015. С. 185-190.

10 Ворокосов И.В. Обоснование конструктивных параметров почвообрабатывающего орудия для предпосевной обработки почвы и посева зерновых культур // Вестник Курганской

ГСХА. 2017. № 1 (21). С. 72-74.

11 Манило И.И., Лопарева С.Г., Мекшун Ю.Н. Сошник для разбросного посева семян зерновых культур: Прошлое, настоящее и будущее // Вестник Курганской ГСХА. 2014. № 3 (11). С. 76-79.

12 Беседа А.А. Исследование равномерности распределения посевного материала при подпочвенно-разбросном посеве зерновых культур // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. 2012. № 41. С. 8-15.

13 Огрызков Е.П., Огрызков В.Е., Огрызков П.В. Теория нового технологического процесса сошника // Техника в сельском хозяйстве. 2003. № 5. С.36-37.

14 Лопарева С.Г. Экспериментальные исследования двухплоскостных распределителей семян сошников стерневых сеялок // Ползуновский вестник. 2017. № 4. С. 76-80.

15 Пономарева О.А. Равномерность размещения семян по площади посева активным сошником // Вестник Курганской ГСХА. 2014. № 2 (10). С. 62-64.

List of references

1 The results of theoretical studies of seed distribution by a paw ploughshare with a two-plane seed distributor / S.G. Lopareva [et al.] // British Journal of Innovation in Science Technology. 2017. T. 2. № 3. Pp. 13-19.

2 Improvement of the technological process of sowing with stubble seeders / S.G. Lopareva [et al.] // Tractors and agricultural machinery. 2017. № 12. Pp. 25-31.

3 Lopareva S.G., Mekshun Yu.N., Loparev D.V. Sub-ground-scattered sowing by a sowing-cultivator with mechanical sowing of seeds // Scientific support for the implementation of state programs of agro-industrial complex and rural territories: materials of the International Scientific and Practical Conference (April 20-21, 2017). Kurgan. 2017. Pp. 438-442.

4 Ismagilov R.R. Followers of T.S. Maltsev in Bashkiria // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2020. № 3 (35). Pp. 13-17.

5 Analysis of ploughshares for subsoil-scattered sowing of seeds of grain crops with mechanical sowing / Yu.N. Mekshun [et al.] // Technical support of agricultural production technologies: materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference (June 15, 2017). Kurgan. 2017. Pp. 87-91.

6 Rakhimov P.C., Ponomareva O.A. Substantiation of the parameters of the vibration device for ploughshares of stubble seeders // Achievements of Science and Technology of AIC. 2008. № 10. Pp. 60-62.

7 Ploughshare for scattered sowing: technological recommendations and operating manual / A.P. Goloshchapov [et al.]. Kurgan: Kurgan Scientific Center MANEB, 1999. 18 p.

8 Okunev G.A., Kuznetsov N.A., Kanatpaev S.S. Resource-saving technologies - a reserve for improving the efficiency of agriculture // Agro-Industrial Complex of Russia. 2017. T. 24. № 1. Pp. 136-141.

9 Results of comparative tests of soil preparation technologies for sowing and methods of sowing grain crops in the steppe zone of the Chelyabinsk region / R.S. Rakhimov [et al.] // High-tech import advance during crop cultivation, restoration of hayfields and pastures. Training of specialists for the design, creation and implementation of import-saving innovative equipment in agricultural production: materials of the visiting meeting of the mechanization, electrification and automation section of the Department of Agriculture of the Russian Academy of Sciences - RAS. Kazan. 2015. Pp. 185-190.

10 Vorokosov I.V. Substantiation of structural parameters of tillage tools for pre-sowing tillage and sowing of grain crops // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2017. № 1 (21). Pp. 72-74.

11 Manilo I.I., Lopareva S.G., Mekshun Yu.N. Soshnik for scattered sowing of grain seeds: Past, present and future // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2014. № 3 (11). Pp. 76-79.

12 Beseda A.A. Study of the uniformity of the distribution of sown material during subsoil-scattered sowing of grain crops // Scientific bulletin of the Lugansk National Agrarian University. 2012. № 41. Pp. 8-15.

13 Ogrzyzkov E.P., Ogrzyzkov V.E., Ogrzyzkov P.V. Theory of the new technological process of ploughshares // Technique in agriculture. 2003. № 5. Pp. 36-37.

14 Lopareva S.G. Experimental studies of two-plane distributors of seeds of ploughshares of stubble seeders // Polzunovsky Vestnik. 2017. № 4. Pp. 76-80.

15 Ponomareva O.A. Uniformity of seed placement by sowing area by active ploughshare // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2014. № 2 (10). Pp. 62-64.